

Vendbare vognbaner – er det vejen frem?

Forsker, civilingeniør, ph.d. Michael Sørensen, mis@toi.no
Transportøkonomisk institutt, Avdeling for sikkerhet og Miljø, Oslo

Abstrakt

Kødannelse på indfaldsvejene til de største danske byer udgør et større og større problem. For at forbedre trafikafviklingen på disse og andre veje anbefales det i Infrastrukturkommissionens betænkning "Danmarks Transportinfrastruktur 2030" blandt andet at gennemføre forsøg med vendbare vognbaner. Høj fremkommelighed er imidlertid ikke det eneste succeskriterium for et effektivt vejnet. Det er også essentielt, at tiltaget ikke forringer trafiksikkerheden.

Formålet med nærværende projekt har været at vurdere den trafiksikkerhedsmæssige effekt af vendbare vognbaner. For at undersøge dette er der gennemført et litteraturstudium, hvor alle undersøgelser af vendbare vognbaner er blevet gennemgået. Erfaringer og evalueringer er både blevet vurderet kvalitativt og sammenfattet kvantitativt ved brug af metaanalyser.

Den kvalitative delundersøgelse viser, at der er forskellige erfaringer med vendbare vognbaners betydning for trafiksikkerhed. På den ene side betragtes tiltaget som trafiksikkerhedsmæssigt problematisk, idet risikoen for forveksling af kørespor øges, hastigheden øges og risikoen for alvorlige mødeuheld øges også, hvis trafikanterne skal køre på den "forkerte" side af autoværnet. På den anden side argumenteres det for, at tiltaget ikke har negativ betydning for trafiksikkerheden, idet bedre trafikafvikling kan flytte trafik væk fra lokalvejnettet til det mere sikre motorvejsnet. Samtidig består myldretidstrafikken hovedsagelig af daglige pendlere, som hurtigt bliver kendt med brugen af det vendbare vejsystem.

Den kvantitative metaanalyse af gennemførte evalueringsstudier viser, at brugen af vendbare vognbaner giver en ikke signifikant øgning i antal uheld på 4-18 %. Dette aspekt bør inddrages i vurderingen af, om vendbare vognbaner bør anlægges på køramte danske indfaldsveje for at forbedre trafikafviklingen, eller om andre løsninger er at foretrække, når trafiksikkerhed også inddrages i vurderingen.

Indledning

Vejtrafikken har i mange år været stigende og forventes at fortsætte med at stige. Det gælder både i Danmark og i resten af den vestlige verden. For at vurdere problemets størrelse og hvordan problemet kan begrænses, blev Infrastrukturkommissionen nedsat, og i januar 2008 udgav de deres betænkning "Danmarks Transportinfrastruktur 2030" (Infrastrukturkommissionen 2008). Heri fremkommer en række anbefalinger til, hvordan fremkommelighedsproblemerne kan minimeres, herunder hvordan ITS-systemer i vejtransporten kan bidrage til at begrænse problemerne.

Under overskriften "ITS-systemer" anbefales forsøg med vendbare vognbaner. Det er systemer, der gør det muligt at vende kørselsretningen på for eksempel køramte indfaldsveje og motorveje således, at der er flere spor ind mod byen om morgenen og flere spor ud af byen om eftermiddagen. Den fremkommelighedsmæssige effekt er imidlertid ikke angivet i betænkningen. Samtidig gælder det, at høj fremkommelighed ikke er det eneste succeskriterium for et effektivt vejnet. Det er eksempelvis også essentielt, at tiltaget som

minimum ikke forringer trafiksikkerhedsniveauet på vejnettet, da høj fremkommelighed ikke må opnås på bekostning af forringet trafiksikkerhed.

Formål

Formålet med nærværende projekt har primært været at vurdere den trafiksikkerhedsmæssige effekt af anlæggelse af vendbare vognbaner, men da tiltaget især gennemføres for at forbedre fremkommeligheden er virkningen på fremkommelighed også blevet undersøgt.

Projekt indgår i den løbende opdatering af den norske ”Trafikksikkerheshåndbok” (Elvik, Erke og Vaa 2008), der opsummerer viden om især den sikkerhedsmæssige, men også den fremkommeligheds- og miljømæssige effekt af trafiksikkerhedstiltag. Projektet er blevet afrapporteret i arbejdsdokumentet ”Revisjon av Trafikksikkerheshåndboken: 3.17 Rversible kjørefelt” (Sørensen 2008), der vil blive inkluderet i ”Trafikksikkerheshåndboken”.

Vendbare vognbaner – hvad er det?

Vendbare vognbaner eller reversible kørespor er et tiltag til styring og ledelse af trafikken. Trafikledelse kan opdeles i følgende tre typer af tiltag (Obenberger 2004):

1. Trafikregulering og kontrol
2. Reservering af kørespor til specielle køretøjer
3. Kørselsafgifter

Disse tiltag har til formål at omdirigere, regulere og påvirke trafikken for at opnå optimal trafikafvikling eksempelvis på veje med skæv retningsfordeling.

Vendbare vognbaner kan etableres i forbindelse med anlæg af en ny vejstrækning, men gennemføres normalt på eksisterende veje. Tiltaget benyttes i fire forskellige situationer:

1. På indfaldsveje med skæv retningsfordeling, hvor stigende trafikmængde har medført, at vejen har for lille kapacitet i morgen- og eftermiddagsspidsbelastningssituationen.
2. Ved specielle anledninger som store sportsarrangementer eller koncerter, hvor hovedparten af trafikken har retning mod arrangementet før arrangementets start og væk fra arrangementet, når det er slut.
3. Ved vejarbejde hvor det normale antal kørespor er reduceret.
4. Siden slutningen af 1990'erne ved evakuering i forbindelse med eksempelvis vulkanudbrud eller jordskælv. I de seneste år er det også blevet vurderet, om tiltaget kan bruges til evakuering ved eventuelle terrorhandlinger.

En gennemgang af 45 eksisterende og nedlagte amerikanske systemer med vendbare vognbaner viser, at 35 % af de eksisterende systemer er etableret for at reducere køproblemer i myldretidstrafikken, 23 % bruges ved specielle anledninger, 21 % er anlagt til evakueringsformål og 13 % bruges ved vejarbejde. Yderligere gælder det, at evakueringsformål er det mest hyppige argument for, at amerikanske vejmyndigheder overvejer fremtidig anvendelse af vendbare vognbaner (Wolshon & Lambert 2006, 2006a).

Vendbare vognbaner benyttes mest på motorveje, hvor trafikbelastningen er størst, og hvor der ikke er kryds, som komplicerer trafikreguleringen. Tiltaget benyttes dog også på hovedvejsnettet. Endelig benyttes tiltaget på eksisterende broer og i tunneler, hvor det er vanskeligt og dyrt at udvide med flere kørespor.

I USA har forskellige myndigheder opstillet kriterier eller anbefalinger for, hvornår vendbare vognbaner kan eller bør etableres på eksisterende veje. Kriterierne kan overordnet sammenfattes som (Wolshon & Lambert 2004):

- Forudsigelige, tilbagevendende og periodiske køproblemer.
- Trafikkens retningsfordeling bør minimum være 2:1 og helst 3:1 i spidsbelastningssituationen, da tiltaget ellers kan medføre køproblemer i den mindst trafikerede retning.
- Gennemsnitshastigheden i myldretidstrafikken er minimum 25 % lavere end gennemsnitshastigheden udenfor myldretidstrafikken.
- Der findes ingen relevante alternative tiltag som brug og udvidelse af nærliggende parallelle veje eller udvidelse af eksisterende veje med flere kørespor. Det sidste er specielt aktuelt for veje i byområder, hvor der ikke er reserveret areal til vejudvidelse eller på broer og i tunneler, hvor det er meget dyrt og eventuelt umuligt at udvide vejen.
- Vendbare vognbaner skal kunne udformes med tilstrækkelig adgangs- og udgangskapacitet og let overgang fra den ene kørselsretning til den anden kørselsretning for at undgå flaskehalser og andre trafikale problemer i tillæg til de eksisterende køproblemer. Ved ændring af kørselsretning må vendbare vognbaner således lukkes for alt trafik i tilstrækkelig lang tid til at blive tømt fuldstændig.
- Vendbare vognbaner kan benyttes på veje, som er bygget med tre, fire, fem eller flere kørespor. I USA anbefales det, at der minimum holdes to kørespor åben for trafik i hver retning. Det skyldes, at fremkommeligheden på et kørespor i den mindst trafikerede retning kan blive markant forringet af langsomtkørende køretøjer eller ved trafikulykker.

Ideelt set bør vendbare vognbaner etableres, så de svarer til trafikkens retningsfordeling. På en vej med seks kørespor, hvor retningsfordelingen er 2:1, bør der således være fire kørespor i den ene retning og to kørespor i den anden retning. På veje med tre kørespor, er det normalt, at det midterste kørespor er vendbart således, at vejen har to kørespor ind mod byen om morgenen og to kørespor ud af byen om eftermiddagen. Når der samlet set er lidt trafik, kan den vendbare vognbane holdes lukket i begge retninger eller åben i en ene retning. Ved evakuering vendes alle kørespor normalt væk fra området, som skal evakueres.

Tilladt kørselsretning i vendbare vognbaner angives med vejskilte langs vejen, overhængte vejskilte og signalregulering. Lyssignaler viser grønt lys i tilladt kørselsretning og rødt lys i modsat kørselsretning. Kørselsretningen kan også angives med vejopmærkning eller bevægelige barrierer. Ved vejarbejde benyttes normalt flytbare anordninger. Det er vigtigt, at vendbare vognbaner skiltes og varsles tydeligt, så det undgås, at antal ulykker øges som følge af tiltaget.

Vendbare vognbaner er især blevet brugt i USA, hvor tiltaget har en over 75 år lang tradition. I kraft af den fortsatte trafikvækst i USA er tiltaget stadig aktuelt her (Wolshon & Lambert 2004). Canada og Australien har også flere vejsystemer med vendbare vognbaner. I Europa findes der flere permanente vendbare vejsystemer i især England (McKenna & King 1987), men også i Tyskland og Frankrig.

Vendbare vognbaner er kun blevet brugt i begrænset omfang i Skandinavien, men har været brugt i Oslo, Bergen, Trondheim og Bodø (Ragnøy & Eikanger 1983, Kirste 1989), og er også

blevet etableret i Stockholm. I Danmark findes den ingen permanente vendbare vejssystemer, men der er lavet forsøg med vendbare vognbane på Lersø Parkallé i København. I Danmark bruges tiltaget ofte i forbindelse med vejarbejde. Desuden benyttes det i for eksempel Limfjordstunnelen ved vedligeholdelse, og når der er sket trafikulykker i et af tunnelrørene.

Metode

Der er blevet foretaget et omfattende og systematisk litteraturstudium med fokus på skandinaviske og engelsksprogede kilder. I tabel 1 ses det hvilke søgeord og -steder, der har indgået i litteratursøgningen. I tillæg er der foretaget en gennemgang af referencelister i den fundne litteratur samt taget kontakt til nøglepersoner med forespørgsel om yderligere kilder.

Tabel 1. Skandinaviske og engelske søgeord og -steder.

Søgeord, engelske	Søgesteder, internationale
– Reversible lanes / flow	– Science direct (International artikel- og publikationsdatabase)
– Reversible-traffic-lanes	– Silverplatter (International artikel- og publikationsdatabase)
– Reversible Roadways	– Transguide (International artikel- og publikationsdatabase)
– Contra flow lane reversal	– Worldcat (International artikel- og publikationsdatabase)
– Contra flow lanes	– Google.com (international web søgemaskine)
– Tidal flow lane	
– Counter flow lane	Søgesteder, skandinaviske
– Managed lanes	– Transportøkonomisk institutt inklusiv Samferdsel og bibliotek, Norge
– Convertible lanes	– Statens vegvesen, Norge
– Forfatternavne	– Statens väg- och transportforskningsinstitut, Sverige
Søgeord, skandinaviske	– Vägverket, Sverige
– Reversible kjørefelt	– Vejdirektoratet, Danmark
– Reversibelt kørespor	– Dansk Vejtidskrift, Danmark
– Vendbare vognbaner	– Trafikdage, Danmark
– Vognbaneregulering	– Vejforum, Danmark

For at bestemme den sikkerhedsmæssige effekt er der foretaget både en kvalitativ og en kvantitativ vurdering og sammenfatning af de identificerede undersøgelser, mens der i forhold til den fremkommelighedsmæssige effekt kun er foretaget en kvalitativ vurdering:

- *Kvalitativ gennemgang:* Beskrevne erfaringer, udsagn og argumenter drøftes, vurderes og sammenfattes
- *Kvantitativ gennemgang:* Effektestudier sammenfattes ved brug af metaanalyse.

Med en metaanalyse menes en talmæssig sammenstilling af gennemførte evalueringsstudier, hvor resultaterne vægtes i henhold til undersøgelsestørrelse. For at en undersøgelse skal kunne indgå i en metaanalyse er det nødvendigt, at undersøgelsen omfatter et resultat i form af et talmæssigt estimat på ændring i ulykkestal som følge af tiltagets implementering. En undersøgelse kan godt indeholde flere estimater for eksempel i form af estimater for forskellige ulykkestyper eller skadesgrader.

For hver undersøgelse foretages der en beregning af effektestimater og statistisk vægt. Effekt estimeres som odds ratio. Ved en før og efter undersøgelse beregnes odds ratio overordnet på følgende måde (Elvik, Erke og Vaa 2008):

Effektestimat = (A/B)/(C/D), hvor

A: Antal ulykker eller tilskadekomne i forsøgsgruppe efter tiltaget er blevet implementeret

B: Antal ulykker eller tilskadekomne i forsøgsgruppe før tiltaget er blevet implementeret

C: Antal ulykker eller tilskadekomne i kontrolgruppe efter tiltaget er blevet implementeret

D: Antal ulykker eller tilskadekomne i kontrolgruppe før tiltaget er blevet implementeret.

Den statistiske vægt beregnes på forskellige måde for forskellige undersøgelsesdesign, men er altid afhængig af antallet af ulykker. Jo flere ulykker der indgår i undersøgelsen, jo mere præcis må estimatet formodes at være, og jo større vægt tillægges undersøgelsen. Vægtene beregnes som det inverse af variansen af den naturlige logaritme til effektestimaterne. Det vil sige, at resultaterne får større vægt jo mindre variansen, der er et udtryk for usikkerheden, er. Vægten beregnes som funktion af den naturlige logaritme af odds ratio, da odds ratio ikke er symmetrisk og dermed ikke normalfordelt. Variansen er nemlig kun et meningsfuldt mål, når normalfordeling forudsættes, hvilket kan forudsættes ved logaritmen til odds ratio. Afslutningsvis beregnes den samlede effekt ved følgende formel (Elvik, Erke og Vaa 2008):

$$\text{Samlet effekt} = \exp \left(\frac{\sum_{i=1}^g V_i \cdot \text{LN}(\text{effekttestimat})_i}{\sum_{i=1}^g V_i} \right), \text{ hvor}$$

V: statiske vægte for effektestimaterne i til g

Resultat af kvalitativ vurdering af den sikkerhedsmæssige effekt

Litteraturgennemgangen viser, at der blandt fagfolk er delte meninger og erfaringer om den sikkerhedsmæssige effekt af vendbare vognbaner. På den ene side betragtes vendbare vognbaner som problematisk for trafikssikkerheden. Det er der flere årsager til (Ragnøy og Eikanger 1983, The California Department of Transportation 1989, Markovets, Royer og Dorroh 1995, Bretherton og Elhaj 1996, Wolshon og Lambert 2006):

- Trafikanter, som er uvante med vendbare vognbaner, kan blive forvirret af den alternative skiltning og vejopmærkning, og faren for forveksling af kørespor kan derfor øges.
- Forbedret kapacitet kan medføre mere trafik, som kan betyde flere ulykker på den aktuelle strækning.
- Hensigten med vendbare vognbaner er at forbedre trafikafviklingen og få højere gennemsnitshastighed. Dette kan øge alvorlighedsgraden af eventuelle ulykker.
- Hvis vendbare vognbaner etableres på eksisterende motorvej ved at vende køresporet på den modsatte side af autoværnet, øges risikoen for alvorlige mødeulykker.
- Ekstra kørespor betyder, at trafikanterne skal overskue større vejbredde og eventuelt får problemer med at skifte fra den ene side af vejen til den anden side ved frakørsel fra motorvejen.
- Vendbare vognbaner etableret på hovedveje medfører farlige venstresving i kryds. Det drejer sig om fire forskellige situationer:
 1. Venstresving på den primære vej ind foran trafik i samme retning som kører i det reversible kørespor til venstre for det normale svingspor.
 2. Venstresving fra den primære vej ind foran modkørende trafik som følge af at flere kørespor skal krydses end normalt.

3. Påkørsel bagfra ved venstresving, når svingende trafikanter ikke er opmærksomme på, at venstresving eventuelt er forbudt på vendbare vognbaner.
 4. Venstresving fra sidevej ind foran modkørende trafik på vendbare vognbane.
- Mulighed for mødeulykker ved overgang fra kørsel i den ene retning til kørsel i den anden retning, hvis overgangsperioden ikke er tilstrækkelig lang.

På den anden side er der også flere argumenter for, at tiltaget kan have en positiv eller i det mindste ikke en negativ betydning for trafiksikkerhedsniveauet (Ragnøy & Eikanger 1983, Markovets, Royer & Dorroh 1995, Bretherton & Elhaj 1996, Wolshon & Lambert 2006):

- Vendbare vognbaner kan gennem bedre trafikafvikling flytte trafik væk fra det lokale vejnet til mere sikre motor- og hovedveje.
- Mange trafikanter i myldretidstrafikken på motor- og hovedvejsnettet i byer og byområder er pendlere, som dagligt benytter vejen og som derfor hurtigt vil blive fortrolig med hvilke kørespor, der er vendbare og hvilken kørselsretning disse betjener.
- Ved meget trafik er der en tendens til at følge køretøjet foran og derved få valgt det rigtige kørespor.

På baggrund af denne gennemgang er det samlet set ikke umiddelbart indlysende, om vendbare vognbaner vil give negativt eller positive udslag for trafiksikkerheden. Samtidig kan effekten eventuelt være forskellig på kort og lang sigt. En eventuel stigning i antal ulykker ved implementering af tiltaget kan eksempelvis på længere sigt blive fulgt af en nedgang i antallet af ulykker i takt med, at trafikanterne lærer at bruge det nye vejsystem.

Resultat af kvantitativ vurdering af den sikkerhedsmæssige effekt

I det forrige er det sammenfattet, hvad der menes og skrives om vendbare vognbaners sikkerhedsmæssige effekt. Følgende sammenfattes det i form af metaanalyse, hvad tallene siger.

Tabel 2. Vendbare vognbaners trafiksikkerhedsmæssige virkning.

Forfatter	År	Land	Metode	Kørespor		Ulykkes- type	Skadesgrad	Ulykker		Effekt	Vægt
				I alt / vendbare				før	efter		
De Rose	1966	USA	1	5/1	Alle	Alle		345	333	0,97	169
				5/1	Alle	Alle		345	279	0,81	154
				5/1	Myldretid	Alle		115	120	1,04	59
				5/1	Myldretid	Alle		115	110	0,96	56
Upchurch	1975	USA	2	6/4	Alle	Alle		680	817	1,20	371
Agent og Clark	1982	USA	3	5/1	Alle	Alle		360	399	1,11	189
			3	5/1	Myldretid	Alle		111	123	1,11	58
Kirste	1989	N	3	3/1	Alle	Personskade		48	86	1,04	31
			3	3/1	Alle	Personskade		19	25	1,05	11
			3	3/1	Alle	Personskade		6	16	1,38	4
			4	3/1	Alle	Personskade		521	145	1,01	113
			3	3/1	Alle	Personskade		18	10	0,66	6
			3	3/1	Alle	Personskade		14	20	1,36	8
			3	3/1	Alle	Personskade		14	9	0,96	5
Bretherton & Elhaj	1996	USA	1	6/2	Alle	Alle		403	620	1,54	244
			1	6/2	Alle	Personskade		126	278	2,21	87

På trods af at brugen af vendbare vognbaner har en lang historie, at der på nuværende tidspunkt findes mange aktive vendbare vejsystemer over hele verden især i USA og at tiltaget bliver mere og mere aktuelt i takt med stadig stigende trafikmængde, er der kun gennemført meget få kvantitative evalueringsstudier af deres betydning for trafiksikkerheden. Betydning for fremkommelighed og miljø er ligeledes kun i begrænset omfang blevet evalueret (Wolshon & Lambert 2004).

Tabel 2 angiver resultaterne af de gennemførte evalueringer af vendbare vognbaners virkning på antal ulykker. Effekten er blevet beregnet på fire forskellige måde:

- *Metode 1:* Før og efter undersøgelse uden kontrolgruppe, hvor forholdet mellem antal ulykker før og efter etablering af vendbare vognbaner korregeret for eventuel forskellig længde af før- og efterperiode beregnes.
- *Metode 2:* Analyse af ulykkesstatistik, hvor det analyseres hvilke uheld etablering af vendbare vognbane kan have medvirket til at ”fjerne” eller ”skabe”.
- *Metode 3:* Før og efter undersøgelse med direkte måling af kontrolvariable, hvor der i modsætning til metode 1 er inkluderet en kontrolgruppe for at tage hensyn til for eksempel generel trend.
- *Metode 4:* Med og uden undersøgelse med stratificering efter kontrolvariable, hvor antal ulykker på sammenlignelige strækninger med og uden vendbare vognbaner er blevet sammenlignet.

Tabellen angiver det ukorrigerede antal ulykker og den angivne effekt fremkommer derfor ikke nødvendigvis direkte af de angivne tal. Det ukorrigerede antal ulykker benyttes til bestemmelse af vægten.

I tabellen kan det ses, at der i alt kun er foretaget fem evalueringsstudier. Hvert af disse studier omfatter mellem en og syv forskellige delundersøgelser. Herved omfatter metaanalysen i alt 16 forskellige effektestimater.

Der er kun foretaget evaluering i USA (DeRose 1966, Upchurch 1975, Agent og Clark 1982, Bretherton og Elhaj 1996) og i Norge (Kirste 1989). Evalueringerne er gennemført i den 30-årige periode fra 1966 til 1996, og der er således ikke foretaget nogen evaluering i de sidste 12 år.

De norske resultater gælder etablering af en vendbar vognbane på en tresporvej. De aktuelle veje havde på forhånd enten to kørespor og blev udvidet til tre kørespor, eller tre kørespor hvor to kørespor var permanente for en retning. De amerikanske resultater gælder etablering af et, to eller fire vendbare vognbaner på veje med fem eller seks kørespor, hvor der i forvejen var to til tre permanente kørespor i hver retning.

15 af de foreliggende delundersøgelser er forskellige former for før og efter undersøgelser, mens en undersøgelse er en med og uden undersøgelse. Alle undersøgelserne omfatter kun virkningerne på de veje, som har fået vendbare vognbaner. En eventuel trafikoverføring fra andre veje som følge af forbedret kapacitet er ikke undersøgt. Samtidig gælder undersøgelserne kun etablering af vendbare vognbaner til forbedret afvikling af myldretidstrafikken og ikke vendbare vognbaner ved særlige begivenheder, evakuering eller vejarbejde.

Tre delundersøgelse omfatter udelukkende ulykker registreret i myldretidstrafikken, mens de resterende 13 omfatter alle ulykker. Halvdelen af evalueringer omfatter personskaadeulykker, mens den anden halvdel omfatter alle ulykker herunder registrerede materielskaadeulykker.

Antal ulykker i førperioden varierer mellem 14 og 680 ulykker, og antallet i efterperioden varierer mellem 9 og 817. Det betyder, at vægten for de enkelte studier ligger på 4 - 371.

Tabel 3. Virkninger af vendbare vognbane på antal ulykker i procent (Sørensen 2008).

Ulykkens alvorlighedsgrad	Ulykketyper som påvirkes	Bedste anslag	Usikkerhed i virkning
Personskadeulykker	Alle ulykker	+ 18	(- 16; + 66)
Uspecificeret	Ulykker i myldretidstrafik	+ 15	(- 3; + 37)
Uspecificeret	Alle ulykker	+ 4	(- 5; + 13)

Effekten af vendbare vognbaner i de 16 delundersøgelse varierer mellem -44 % til + 121 %. Inddrages de beregnede vægte og hensyn til ulykketype og skadesgrad fås resultaterne angivet i tabel 3. Her kan det sammenfattes, at etablering af vendbare vognbaner fører til en ikke signifikant øgning i antal ulykker på mellem 4 og 18 %. Den største øgning ses blandt personskaadeulykker og uspecificerede ulykker i myldretidstrafikken.

Resultat af kvalitativ vurdering af effekt på fremkommelighed

Den sikkerhedsmæssige vurdering af vendbare vognbaner viser, at der er en tendens til, at tiltaget øger antallet af ulykker. Som beskrevet indledningsvis gælder det imidlertid også, at tiltaget ikke er et sikkerhedstiltag, men primært et fremkommelighedstiltag. I det følgende sammenfattes det derfor, hvilken betydning tiltaget har for fremkommelighed.

Ligesom ved vurdering af den sikkerhedsmæssige virkning af tiltaget gælder det også ved vurderingen af den fremkommelighedsmæssige virkning, at der kun findes få effektstudier af tiltaget. Disse undersøgelser (DeRose 1966, Upchurch 1975, Agent og Clark 1982, Ragnøy og Eikanger 1983, Wolshon og Lambert 2004) konkluderer følgende om vendbare vognbaner:

- Forbedrer trafikafviklingen i den retning hvor kapaciteten øges.
- Medfører ikke øget total trafikmængde, men en 3-7 % øgning i myldretidstrafikken.
- Forkorter den totale rejsetid for begge kørselsretninger set under et. For trafik i den retning, hvor kapaciteten øges, øges gennemsnitshastigheden, hvilket kan medføre rejsetidsforkortelser på 16-40 %. For trafik i den modsatte retning kan rejsetiden forlænges tilsvarende. Totalt set bliver der alligevel en rejsetidsforkortelse, idet trafikmængden normalt er klart størst i den retning, hvor kapaciteten er øget.

Af hensyn til trafiksikkerheden kan eksisterende veje ombygges til et vendbart vejsystem ved at benytte et eksisterende kørespor som buffer mellem de to kørselsretninger. På en sekssporvej betyder det, at antal kørespor øges fra tre til fire i den mest trafikerede kørselsretning, mens antal kørespor reduceres fra tre til et i den mindst trafikerede kørselsretning. Dette medfører, at vejens samlede kapacitet bliver reduceret, og at der kan opstå køproblemer i den mindst trafikerede kørselsretning. For at undgå dette problem kan bevægelige barrierer benyttes frem for en buffer. Herved undgås det at inddrage et kørespor som buffer, og dermed vil der være to kørespor i den mindst trafikerede retning frem for kun et kørespor (The California Department of Transportation 1989).

Et andet fremkommelighedsmæssigt problem er, at kapaciteten på vendbare vognbaner sjældent udnyttes fuldt ud. En undersøgelse af trafikens fordeling på en strækning med fire

spor i den ene retning viser, at den yderste vendbare vognbane kun blev benyttet af 12 % af myldretidstrafikken, da trafikanterne er utrygge ved at køre nær den modkørende trafik, hvis der ikke er en fysisk barriere (Cather og Salazar 1996, Wolshon og Lambert 2004).

I USA anbefales det, at der af hensyn til fremkommelighed beholdes mindst to kørespor åben for trafik i hver retning, da trafikafviklingen på et kørespor i den mindst trafikerede retning kan blive markant forringet af langsomtkørende køretøjer eller ved trafikulykker.

For at tiltaget skal have en positiv virkning på fremkommeligheden, er det afgørende, at adgang til og udgang fra de vendbare vognbaner udformes, så de ikke virker som flaskehalser. Samtidig er det vigtigt, at overgangsperioden fra kørsel i den ene retning til kørsel i den anden retning er så kort som mulig.

Diskussion og konklusion

Vendbare vognbaner har en lang tradition i primært USA som tiltag til forbedring af fremkommeligheden på strækninger med skæv retningsfordeling som følge af pendlertrafik, specielle begivenheder eller evakuering. I takt med den stadig stigende trafik i både Danmark og resten af den vestlige verden vil tiltaget også i fremtiden være et potentielt fremkommelighedstiltag. I Infrastrukturkommissionens betænkning fra 2008 er det således blevet anbefalet at gennemføre forsøg med vendbare vognbaner.

Inden sådanne forsøg gennemføres, er det anbefalingsværdigt først at indsamle erfaringer fra andre lande i forhold til, hvilken effekt tiltaget kan forventes at have på både fremkommelighed og trafiksikkerhed.

På trods af at vendbare vognbaner har en lang tradition, og der findes mange aktive vendbare vejssystemer over hele verden, findes der overraskende få kvantitative evalueringsstudier af deres betydning for fremkommelighed og trafiksikkerhed. I alt er det således kun blevet fundet fem undersøgelser med i alt 16 forskellige estimater på trafiksikkerhedseffekten. Der er således behov for at få foretaget endnu flere evalueringer af virkningen af dette tiltag.

Med forbehold for de få evalueringsstudier kan det konkluderes, at vendbare vognbaner efter hensigten kan have positiv virkning på fremkommeligheden forudsat, at de anlægges på en hensigtsmæssig måde. Derimod ser det ud til, at vendbare vognbaner har en lille, negativ effekt på 4-18 % på antallet af trafikulykker afhængig af ulykkestype og tidspunkt.

I vurderingen af hvorvidt vendbare vognbaner bør anlægges på køramte danske indfaldsveje for at forbedre trafikafviklingen på disse, eller om andre løsninger er mere hensigtsmæssige er det meget vigtig at inddrage effekten på trafiksikkerhed i vurderingen. Det er især vigtigt fordi det ikke er utænkeligt, at tiltaget vil give endnu flere trafikulykker end det er fundet i de udenlandske evalueringer. Det hænger sammen med, at danskere ikke er vant til at bruge denne form for vejudformning og indførelse af nye komplicerede vejssystemer kræver ofte tilvænning før trafikanterne lærer at bruge dem rigtigt. Et eksempel på dette er tosporede rundkørsler, som især voldte bilisterne vanskeligheder i starten.

På den anden side findes der, som beskrevet i denne artikel, flere især amerikanske anbefalinger om, hvordan vendbare vejssystemer kan bygges på en sikker måde. Følges disse anbefalinger kan den negative effekt på trafiksikkerhed sandsynligvis begrænses.

Derudover er trafikulturen i større end mindre grad anderledes i Danmark end i de lande som allerede har vendbare vognbaner. Tiltaget kan derfor godt have anderledes effekt i Danmark end i de andre lande.

Det er således vanskelig at spå om, hvilke effekt vendbare vognbaner vil få i Danmark. For at få afklaret dette, er det nødvendig at gennemføre nogle forsøgsprojekter. Infrastrukturkommissionens anbefaling om at gennemføre forsøg med vendbare vognbaner kan således støttes under forudsætning af, at projektet følges nøje, og at der i modsætning til udenlandske projekter foretages en grundig evaluering af tiltagets betydning for både fremkommelighed og sikkerhed.

Litteraturliste

Agent, K. R. og Clark, J. D. (1982): "Evaluation of reversible lanes", Traffic Engineering and Control, årgang 23, side 551-555.

Bretherton JR., W. M. og Elhaj, M. (1996): "Is a Reversible Lane System Safe?", Compendium of Technical Papers for the 66TH ITE Annual Meeting, side 277-281.

Cather, R. T. og Salazar, R. (1996): "Evaluation of the Sam Diego – Coronado Bridge Moveable Barrier System", Compendium of Technical Papers for the 66TH ITE Annual Meeting, side 282-288.

DeRose, F. (1966): "Reversible Center-Lane Traffic System - Directional and Left-Turn Usage", Highway Research Record, nr. 151, side 1-17.

Elvik, R. Erke, A. og Vaa, T (2008): "Trafikksikkerhetshåndbok", online på <http://tsh.toi.no>.

Infrastrukturkommissionen (2008): "Danmarks Transportinfrastruktur 2030", Betænkning.

Kirste, B. R. (1989): "Trafikksikkerhet på veger med reversible felt", afgangspjekt i trafikteknik, Norges Tekniske Høgskole, Institutt for samferdselsteknikk, Trondheim.

Markovets, S., Royer, D. og Dorroh, R. F. (1995): "Leetsdale Drive Reversible lane design Study; Denver Colorado", Compendium of Technical Papers for the 65TH ITE Annual Meeting, side 142-146.

McKenna, M. N. og King, T. A. (1987): "Review of Tidal Flow Systems", Traffic Engineering and Control, nr. 10, årgang 28, side 544-547.

Obenberger, J. (2004): "Managed lanes", Public Roads, nr. 11, årgang 68, side 48-55.

Ragnøy, A. og Eikanger, M. (1983): "Reversible kjørefelt. En litteraturstudie", TØI-notat 652, Transportøkonomisk institutt, Oslo.

The California Department of Transportation (1989): "Reversible Lanes on Freeways", The Senate Transportation Committee, California.

Sørensen, M. (2008): "Revisjon av Trafikksikkerhetshåndboken: 3.17 Rversible kjørefelt", arbeidsdokument SM/1941/2008, Transportøkonomisk institutt, Oslo.

Upchurch, J. E. (1975): "Reversible Flow on a Six Lane Urban Arterial", Traffic Engineering, side 11-14, december.

Wolshon, B. og Lambert L. (2004): "Convertible Roadways and Lanes – A Sythesis of Highway Practice", NCHRP Sythesis 340, Transportation Research Board, Washington, D.C.

Wolshon, B. og Lambert L. (2006): "Reversible Lane Systems: Synthesis of Practice", Journal of Transportation Engineering, nr. 12, årgang 132, side 933-944.

Wolshon, B. og Lambert L. (2006a): "Planning and Operational Practices for Reversible Roadways", ITE Journal, nr. 8, årgang 76, side 38-44.